

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-307507

(43)Date of publication of application : 05.11.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/304

H01L 21/304

(21)Application number : 10-110638

(71)Applicant : SUPER SILICON KENKYUSHO:KK

(22)Date of filing : 21.04.1998

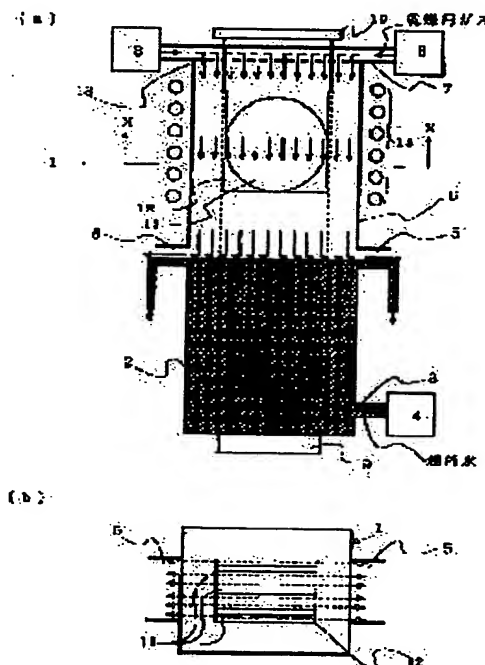
(72)Inventor : HAYASHI TATEO
YAMASHITA JUNICHI
KAWAZOE KIMIYUKI

(54) WAFER DRYING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To readily obtain a highly clean wafer drying surface by providing a water tank and a drying part to an inside of the same clean chamber, providing a water supply/drainage structure to the water tank, and providing a suction/exhaust structure to a drying part.

SOLUTION: A water tank 2 in a lower part and a drying part 6 for drying a wafer 11 pulled up from the water tank 2 in an upper part of the water tank 2 are provided to an inside of the same clean chamber 1. Ultra-pure water is made to flow into the water tank 2 through a water temperature control device 4 from a ultra-pure water introduction port 3 in a lower part, and the ultra-pure water is drained to an outside of the chamber 1 from a draining/ exhaust port 5 formed in both sides of the chamber 1 while it is flowing from below to above. Drying gas is made to flow into the drying part 6 from a gas introduction port 7 in an upper part through a gas heating/drying device 8, the drying gas is made to attain to a water surface of the water tank 2 and is discharged to an outside of a chamber from the draining/exhaust port 5 together with over flow ultra-pure water.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

特開平11-307507

(43) 公開日 平成11年(1999)11月5日

(51) Int. Cl. ⁶

H01L 21/304

識別記号

651

642

F I

H01L 21/304

651 L

642 A

642 E

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平10-110638

(22) 出願日

平成10年(1998)4月21日

(71) 出願人 396011015

株式会社スーパーシリコン研究所

群馬県安中市市中野谷555番地の1

(72) 発明者 林 健郎

群馬県安中市市中野谷555番地の1 株式会

社スーパーシリコン研究所内

(72) 発明者 山下 純一

群馬県安中市市中野谷555番地の1 株式会

社スーパーシリコン研究所内

(72) 発明者 川副 公之

群馬県安中市市中野谷555番地の1 株式会

社スーパーシリコン研究所内

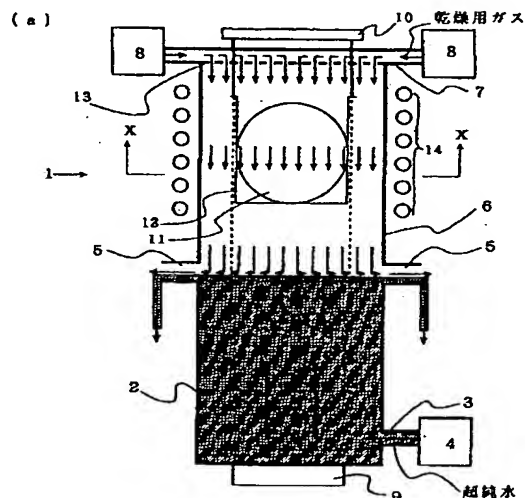
(74) 代理人 弁理士 佐藤 正年 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ウエハ乾燥装置

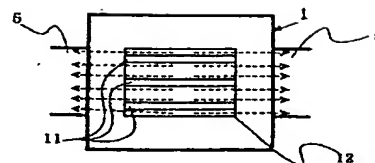
(57) 【要約】

【課題】 簡便な構成でありながら、従来より安全で効率的に高潔なウエハの乾燥表面を容易に得ることができるウエハ乾燥装置の提供。

【解決手段】 同一クリーンチャンパ内に、水槽と、該水槽の超純水中に浸漬されている半導体ウエハを水中からほぼ垂直姿勢で引き上げて水槽上部で乾燥させる乾燥部とを有するウエハ乾燥装置であり、前記水槽に、超純水を下方から導入してウエハ表面と平行な方向に沿って上方へ向かいつつ水槽上縁から外側方へオーバーフローさせる給排水構造を備えると共に、前記乾燥部に、乾燥用ガスを上方から導入して下方へ流通させつつ前記水槽と乾燥部との境界部からのオーバーフローと順方向にチャンパ外側方へ排気する給排気構造を備えた。



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 水槽の超純水中に浸漬されている半導体ウエハを水中からほぼ垂直姿勢で引き上げて乾燥するための装置であって、

同一クリーンチャンバ内に、前記水槽と、該水槽から上方に引き上げられたウエハを水槽上部で乾燥させる乾燥部とを有し、

前記水槽は、超純水を下方から導入してウエハ表面と平行な方向に沿って上方へ向かいつつ水槽上縁から外側方へオーバーフローさせる給排水構造を備えると共に、前記乾燥部は、乾燥用ガスを上方から導入して下方へ流通させつつ前記水槽と乾燥部との境界部からのオーバーフローと順方向にチャンバ外側方へ排気する給排気構造を備えたことを特徴とするウエハ乾燥装置。

【請求項2】 前記水槽にメカソニック超音波発振子を更に備えたことを特徴とする請求項1に記載のウエハ乾燥装置。

【請求項3】 前記乾燥部内へ導入する乾燥用ガスを湿度40%以下、40℃以上に調整するガス加熱乾燥手段を更に備えたことを特徴とする請求項1に記載の半導体ウエハ用乾燥装置。

【請求項4】 前記水槽内を流れる超純水の温度を40℃以上、70℃以下の範囲内に保つ水温制御手段を更に備えたことを特徴とする請求項1に記載の半導体ウエハ用乾燥装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば仕上げ研磨済の最終洗浄後等、湿式洗浄後の半導体ウエハを乾燥するためのウエハ乾燥装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般的な半導体ウエハの製造加工工程においては、まず、シリコン単結晶インゴットをワイヤソーや内周刃等により一定の厚さにスライシングしてウエハ基板を得る。このウエハ基板の表面にはスライシングで生じた凹凸があったりウエハ基板の厚さが不均一であったりするため、ラッピングを行なって、表面の凹凸を平坦にすると共に加工歪みの深さを均一化してウエハ基板の厚さを均一に調製している。

【0003】ラッピング後のウエハ基板には、加工によって加工歪層が生じ、この加工歪層には微小な金属や研磨粉、シリコン屑等のパーティクルが付着しているため、これらを除去するために、強酸およびフッ酸等を用いた化学的腐食法によってエッチングを行なっている。

【0004】エッチング後のウエハ基板は、表面に付着している酸をアルカリ中和し、水洗し乾燥させてから、片面に鏡面研磨を行なう。通常、鏡面研磨には、粗研磨と仕上げ研磨との二段階研磨があり、最終的には仕上げ研磨で微細な表面粗さであるマイクロラフネスの向上、ヘイズの除去を行なった後、最終洗浄工程へ進む。

【0005】最終洗浄工程では、単なる洗浄だけでなく、エッチング等の薬液処理による化学的洗浄も行われることが多く、ウエハ表面に残留する薬液を純粋で完全に洗い落とすリンス洗浄を行い、その後ウエハ表面を濡らす水を除去乾燥して最終洗浄上りとなる。このように高洗浄度表面を得た半導体ウエハ基板は、いずれエピタキシャル成長工程に供される。又は、デバイス製造工程に供される。

【0006】上記のように、高洗浄な表面が求められる半導体ウエハの最終洗浄後の乾燥には、特にウエハ表面に再汚染の生じにくい強制的な乾燥方法が選択される。このような乾燥方法として従来から用いられている主なウエハ乾燥方法として、所謂、スピン乾燥法とイソプロピルアルコール（IPA）による蒸気乾燥法や減圧乾燥法等が挙げられる。

【0007】スピン乾燥法とは、半導体ウエハを高速回転させることによってウエハ表面上の付着水を強い遠心力によって強制的に流動、飛散させて迅速に乾燥する方法である。これは、ウエハに回転力を与えるだけで短時間で乾燥でき、また装置構成も比較的簡単であるため、経済的で効率のよい乾燥方法である。

【0008】また、IPA蒸気乾燥法は、ウエハ表面の付着水をより蒸発しやすい有機溶剤に置換することによって迅速に乾燥する方法であり、その置換溶剤として工業的に使いやすいIPAを用いている。この方法は、機械的な可動部を必要としないため、可動部の振動による発塵からの汚染防止を考慮する必要がないため、容易に清浄なウエハ乾燥表面が得られる。

【0009】減圧乾燥法は、減圧容器内で温純水によりウエハを予熱した後、温水の排出し、ウエハ表面上の水を充分流下させてから容器内を減圧してウエハ表面の付着水膜を蒸発させるものである。

【0010】これらの乾燥方法は、仕上げ研磨後のウエハの最終洗浄工程だけでなく、エピタキシャルウエハやSOIウエハなど、湿式仕上げ洗浄後の乾燥やデバイスプロセス工程での湿式洗浄後に用いられている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の乾燥方法は、充分に高洗浄な乾燥表面を容易に得るには問題がある。スピン乾燥法では、ウエハを高速回転させるものであるため、表面に静電気が発生してパーティクルが付着する場合がある。さらに、回転中心付近は遠心力が弱いので水滴が残ることがあり、また、飛沫水滴が他の表面に付着することがある。これら残留水滴は、スピン乾燥後の自然乾燥でウォーターマークという欠陥を残すことになる。また、高速回転させるための装置構成を近年の大口径化ウエハに対応させるのは困難である。

【0012】また、IPA蒸気乾燥法では、可燃性溶媒を蒸気化して使用するものであるため、防爆の安全対策

としての周辺構造が大がかりとなってしまう。また、IPA 蒸気乾燥したウエハ表面には IPA 分子が吸着残存してしまい、後のウエハ加工プロセスへの影響が充分解明されていないが気になる点である。

【0013】また、減圧乾燥法では、蒸発潜熱によりウエハ温度が低下してしまい、飽和蒸気圧が容器内の減圧度より下がって蒸発しなくなる状態に陥ることがある。これを回避するためには、予熱温度をより高くしたり、水切り時間をのばしたり、減圧度をさらに向上させたりなどの手間がかかり、生産性が低い乾燥方法である。

【0014】本発明は、上記問題点に鑑み、簡便な構成でありながら、効率的にかつ安全に高洗浄なウエハの乾燥表面を容易に得ることができるウエハ乾燥装置の提供を目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明に係るウエハ乾燥装置では、水槽の超純水中に浸漬されている半導体ウエハを水中からほぼ垂直姿勢で引き上げて乾燥するための装置であって、同一クリーンチャンバ内に、前記水槽と、該水槽から上方に引き上げられたウエハを水槽上部で乾燥させる乾燥部とを有し、前記水槽は、超純水を下方から導入してウエハ表面と平行な方向に沿って上方へ向かいつつ水槽上縁から外側方へオーバーフローさせる給排水構造を備えると共に、前記乾燥部は、乾燥用ガスを上方から導入して下方へ流通させつつ前記水槽と乾燥部との境界部からのオーバーフローと順方向にチャンバ外側方へ排気する給排気構造を備えたものである。

【0016】また、請求項 2 に記載の発明に係るウエハ乾燥装置では、請求項 1 に記載のウエハ乾燥装置において、前記水槽にメガソニック超音波発振子を更に備えたものである。

【0017】また、請求項 3 に記載の発明に係るウエハ乾燥装置では、請求項 1 に記載のウエハ乾燥装置において、前記乾燥部内へ導入する乾燥用ガスを湿度 40% 以下、40℃ 以上に調整するガス加熱乾燥手段を更に備えたものである。

【0018】また、請求項 4 に記載の発明に係るウエハ乾燥装置では、請求項 1 に記載のウエハ乾燥装置において、前記水槽内を流れる超純水の温度を 40℃ 以上、70℃ 以下の範囲内に保つ水温制御手段を更に備えたものである。

【0019】本発明のウエハ乾燥装置においては、クリーンチャンバの上部が乾燥部、下部が水槽となっており、乾燥部に連続的に導入されて上方から下方へ流れる乾燥用ガスは、垂直姿勢で吊られているウエハ表面上を流れることによってウエハ表面の付着水を効率的に蒸発させると共に、もしウエハ表面にパーティクルが付着していればこれも遊離させることができる。

【0020】また下方へ流れる乾燥用ガスは、水槽の水

面に達し、水槽上縁からオーバーフローする水と共にチャンバ外側方へ排出される構成であるため、ウエハ表面から遊離したパーティクルは、ガス流と共に水面上に落ち、上方へ逆流することなく水のオーバーフローと共にチャンバ外側方へ排出される。従って、乾燥部でのパーティクルのウエハ表面への再付着は防止され、高洗浄なウエハ乾燥表面が得られる。

【0021】一方、水槽内では常に下方から上方へ超純水が流れているが、上記、上方から下方への乾燥用ガスの流れにぶつかるため、水滴等の水分が必要以上に上方へ向かってウエハの乾燥表面に付着し濡らすことはない。

【0022】また、ウエハが乾燥部へ引き上げられる前に浸漬される水槽内でも、ウエハ表面に付着していたパーティクルは水槽内の下方からウエハ表面と平行な方向に沿って上方へ向かう流水によってウエハ表面から遊離され、水面に浮かび上げられる。このパーティクルは水のオーバーフローに伴ってチャンバ外側方へ排出される。

【0023】以上のように、本発明のウエハ乾燥装置では、水槽内でも乾燥部内においてもウエハ表面に付着していたパーティクルを除去することができ、そのパーティクルを効率よくチャンバ外へ排出することができるので、ウエハ表面の乾燥を高洗浄度状態で行うことができる。

【0024】このような、乾燥部内を上方から下方へ流通するガスを水槽上縁からの超純水のオーバーフローと共にチャンバ外側方へ排出する実質的な排水構造及び排気構造としては、チャンバの水槽と乾燥部との境界に、外側方へ向かう排水と排気兼用の排水排気口を設ければよい。

【0025】なお、請求項 2 に記載したように、水槽の例えば底部や下方側面にメガソニック超音波発振子を取付ければ、超純水へのメガソニック照射により有機物の除去作用を強化でき、パーティクル除去効率をより高めることができる。

【0026】また、乾燥用ガスは、効率良くウエハを乾燥させるためには湿度の低い熱風を用いることが望ましいのは言うまでもないが、ガス加熱乾燥手段を更にそなえておき、乾燥部内へ導入する乾燥用ガスを湿度 40% 以下、40℃ 以上に調整するのが好ましい。

【0027】また、水槽内に流れる超純水も常温より温度が高い方が、水槽から引き上げられた後のウエハ表面の乾燥が効率よくなる。例えば、40℃ 以上、70℃ 以下の温水が好ましい。70℃ を越えて高くなると、水槽側からの蒸気が増して逆に乾燥効率が低下してしまう。そこで、水温制御手段を備えて、水槽内の純水を上記温度範囲内に保てば良い。

【0028】これらのガス加熱乾燥手段や、水温制御手段には、例えば、赤外線ランプやヒータ等の輻射熱を照

射する加熱装置が利用できる。また、乾燥部内に吊られているウエハ自身をチャンバを介して加熱する構成としてさらに乾燥効率を向上させることも可能である。

【0029】なお、ウエハを水槽内へ搬入する際には、後に下方から上方へ向かって流れる超純水がウエハ表面と平行な方向に沿うように、その流水方向に沿ってウエハを載置する。特に複数枚のウエハを一度に処理する場合には、ウエハ同士も互いに平行にしなければならないが、ウエハカセット等を利用することによって容易に所定方向に沿ったウエハの載置が可能である。

【0030】また、水槽内のウエハを上方の乾燥部へ引き上げるために、ウエハをほぼ垂直姿勢で引き上げることができる昇降手段を備えれば良い。複数枚のウエハを処理する場合は、上記のウエハカセットごと昇降すればよい。本発明のウエハ乾燥装置において必要な機械的な可動は、この昇降手段によるウエハの上下同のみであり、従来のスピン乾燥法の拘束回転のような激しい可動部と異なり、装置構成を容易にウエハ大口径化に対応できる。

【0031】また、本発明におけるウエハ乾燥装置では、乾燥用ガスも上方から下方へ向かってウエハ表面と平行な方向に沿って流れるものであるが、乾燥部内をできるだけ均一に流通することが好ましい。

【0032】例えば、上方のガス導入部付近にガス整流板を設置し、これを通過させることによって均一なガス層流を形成することができる。なお本発明の乾燥用ガスとして用いられるガスは、ウエハ表面が酸化されることのない清浄なものであればよく、例えば、窒素ガス、アルゴンガス等が使用できる。また、本発明では、従来のIPAのような可燃性溶剤を使用する必要がないため、防爆のための大がかりな安全対策措置を設ける必要もない。また、清浄工程にてHFなどで疎水化処理を施したウエハや、ウエハ表面に自然酸化膜が形成されても問題ない場合には清浄な空気を用いても良い。

【0033】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の一実施の形態として、断面長方形で水槽と乾燥部との境界部高さの両側に排水排気口が形成された石英ガラス製のクリーンチャンバからなる直径400mmウエハ用の乾燥装置を図1に示す。(a)は正面から見た縦断面図、(b)は(a)のX-X部分横断面図である。

【0034】チャンバ1内は、下部の水槽2と上部の乾燥部6とを備え、水槽2の底部にはメガソニックを粹そう2内の超純水に照射する超音波発信機9が取付けられている。この水槽1内には、複数枚のウエハ11を載置(ここでは3枚)できるウエハカセット12がチャンバ1上部の昇降装置10によって昇降可能に設置されている。本実施形態においては、ウエハ11の表面がチャンバ1の長辺側面と平行に載置されるようにウエハカセット12が位置決めされている。

【0035】この水槽2には、最終洗浄工程のクリーンルームからのウォーターシュータや水中コンベア等からなる水路(不図示)が密閉可能に連通しており、最終洗浄工程から最終洗浄、リンス済のウエハが水槽2内へ搬送されてくるものとする。

【0036】さらに、水槽2内へは、下部の超純水導入口3から水温制御装置4を介して40℃以上70℃以下の温水となった超純水が流入され、この超純水は下方から上方へ向かいつつ、チャンバ1の両側面にチャンバ断面長方形の長手方向に沿ってそれぞれ形成された排水排気口5からオーバーフローでチャンバ1外側方へ排出される。

【0037】また、乾燥部6内へは、上部のガス導入口7からガス加熱乾燥装置8を介して湿度40%以下、温度40℃以上に調整されたN₂ ガス等の乾燥用ガスが流入される。乾燥部6の天井部付近には整流板13が設けられており、ガス導入口7から流入してくる乾燥用ガスは、この整流板13を通過することによって、均一な層流となって乾燥部6内を下方へ向かって流通する。

【0038】さらに、乾燥部6内の上方から下方の水槽2との境界部まで流下してきた乾燥用ガスは、水槽2の水面に達し、超純水のオーバーフローと共に、排水排気口5からチャンバ1の外側方へ排出される。なお、乾燥部6の外周辺には、赤外線ランプ14を設置し、ウエハ11の乾燥時には、輻射熱を照射してウエハ11を加熱して乾燥効率の向上を図る構成とした。

【0039】以上の構成を備えたウエハ乾燥装置におけるウエハ11の乾燥工程の一例を以下に示す。まず、水温制御装置4を介して約50℃に調整された超純水を或る程度満たした水槽2内へ、最終洗浄工程からの流路(不図示)を介して最終洗浄、リンス済ウエハ11を順次搬送し、水槽2内のウエハカセット12に設置した後、流路との連結部を遮断して水槽2を密閉する。

【0040】超音波発信器9を作動して0.8~3MHzのメガソニックを水槽2内に照射しつつ、温超純水を水槽2内に流通させる。超純水は、ウエハ11の表面と平行な方向に沿って下方から上方へ向かい、水槽2上縁で排水排気口5からチャンバ1の外側方へオーバーフロー排出される。

【0041】このようなメガソニック照射された超純水の流通によって、搬送されてきた時点でウエハ11の表面に付着していた有機物等のパーティクルは遊離され、水面上に運ばれて、図1(b)の点線矢印で示すようにオーバーフローと共にウエハ11表面と平行な方向に沿って排水排気口5からチャンバ1の外側方へ排出される。

【0042】上記水槽2内にウエハ11を約1分間浸漬した後、昇降装置10を駆動させてウエハカセット12ごとウエハ11をほぼ垂直姿勢で上方の乾燥部6内へ引き上げ、所定高さ位置に吊持状態とする。乾燥部6で

は、上方から、ガス加熱乾燥装置 8 を介して湿度約 10 %、約 80℃ に調整された乾燥用ガスをチャンバ 1 内へ流入し、整流板 13 を通過させて均一なそう流として乾燥部 6 内をウエハ 11 表面と平行な方向に沿って下方へ向けて流通させる。また、乾燥部 6 のチャンバ 1 外周に配置された赤外線ランプ 14 によってチャンバ 1 を介してウエハ 11 へ輻射熱を放射してウエハ加熱も同時に行う。

【0043】乾燥用ガスは、ウエハ 11 表面上を流れることによって付着水を蒸発させると共に、もしウエハ 11 表面にまだ付着しているパーティクルがあれば、これを遊離させ、下方へ落とす。水槽 2 の水面に達したガスは水のオーバーフローと順方向に排水排気口 5 からチャンバ 1 の外側方へ排出される。このとき、ガスによって落とされ、水面上に浮かぶパーティクルは水のオーバーフローと共に前記点線矢印方向に沿って排水排気口 5 からチャンバ 1 の外側方へ排出される。

【0044】以上のような乾燥部 6 内で赤外線ランプ 14 による加熱状態でのウエハ 11 の乾燥を約 3 分間行った後、チャンバ 1 の取り出し口（不図示）から乾燥済ウエハ 11 を保管用クリーンルームへ、あるいはエピタキシャル成長等の次のプロセス工程へ直接搬出する。

【0045】本乾燥装置では、所定湿度に調整された乾燥用ガスをチャンバ 1 の乾燥部 6 内へ連続的に導入、流通させ、下方のオーバーフロー水と共に排水排気口 5 からチャンバ 1 外側方へ排出させるものであるので、非常に効率的なウエハ 11 表面の乾燥が高潔な状態で行えた。また、水槽 2 へ導入する超純水の温度制御、乾燥用ガスの湿度・温度の調整によって、さらにウエハ 11 を加熱状態することによってさらなる乾燥効率の向上が図れた。

【0046】また、本乾燥装置は、機械的な可動は昇降装置による上下動のみであるので、スピンドル乾燥法での高速回転に比べて駆動機構が簡便であり、大口径ウエハについても容易に対応できる。また、IPA のような可燃性ガスを使用する必要がないので、防爆のための大がかりな安全対策措置を設ける必要もない。

【0047】なお、上記実施の形態においては、カセットを利用して直径 400mm のウエハを 3 枚一度に乾燥する場合を説明したが、もちろん、一枚単位でも、4 枚以上を単位として乾燥を行っても良い。従って、水温、ガスの湿度・温度、乾燥時間等の各種条件は、乾燥すべきウエハの口径や枚数に応じて、最も効率的な乾燥ができる条件となるように適宜設定する。

【0048】本発明によるウエハ乾燥装置は、上記実施の形態のように仕上げ研磨後のウエハの最終洗浄工程だけでなく、エピタキシャルウエハや SOI ウエハなど、湿式仕上げ洗浄後の乾燥やデバイスプロセス工程での洗浄後など、各種湿式洗浄後に広く用いることができる。

【0049】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明のウエハ乾燥装置によれば、従来の乾燥方法に比べて、簡便な構成でありながら安全で効率的に高潔なウエハの乾燥表面を容易に得ることができるという効果がある。

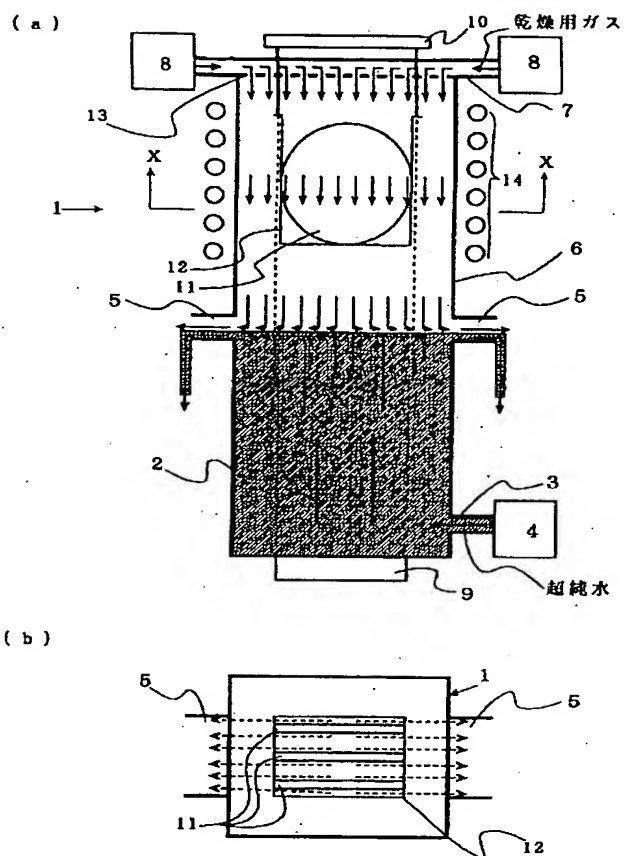
【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施の形態によるウエハ乾燥装置の概略構成図であり、(a) は正面視した縦断面図、(b) は (a) の X-X 部分横断面図である。

【符号の説明】

- 1 : チャンバ
- 2 : 水槽
- 3 : 超純水導入口
- 4 : 水温制御装置
- 5 : 排水排気口
- 6 : 乾燥部
- 7 : 乾燥用ガス
- 8 : ガス加熱乾燥装置
- 9 : 超音波発振機
- 10 : 昇降装置
- 11 : ウエハ
- 12 : ウエハカセット
- 13 : 整流板
- 14 : 赤外線ランプ

【図 1】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.